

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 9 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 5 8 0 7  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 1 1 5 8 0 7]

出 願 人  
Applicant(s): 東京エレクトロン株式会社

2 0 0 4 年 5 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 4 0 6 5 (

【書類名】 特許願  
【整理番号】 JPP042094  
【提出日】 平成16年 4月 9日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/68  
H01L 23/3065

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 遠藤 昇佐

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 岩渕 紀之

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内  
【氏名】 加藤 茂昭

【特許出願人】  
【識別番号】 000219967  
【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社  
【代表者】 佐藤 潔

【代理人】  
【識別番号】 100081880  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 渡部 敏彦  
【電話番号】 03(3580)8464

【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2003-120419  
【出願日】 平成15年 4月24日

【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 特願2003-204898  
【出願日】 平成15年 7月31日

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 007065  
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0317775

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、該静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングとを有する被処理体の載置装置を備えるプラズマ処理装置において、

前記フォーカスリングは、前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 2】**

前記誘電体部の厚みは、前記フォーカスリングの半径方向に関して一定であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 3】**

前記誘電体部は、前記導電体部を成す材料の酸化物から成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 4】**

前記導電体部を成す材料は、シリコンであることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 5】**

前記誘電体部を成す材料は二酸化珪素であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 6】**

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングにおいて、

前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とするフォーカスリング。

**【請求項 7】**

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、該静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングとを備えた被処理体の載置装置において、

前記フォーカスリングは、前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とする被処理体の載置装置。

**【請求項 8】**

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、前記被処理体の周辺において前記静電チャックに接触面にて接触するフォーカスリングとを有する被処理体の載置装置を備えるプラズマ処理装置において、

熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 9】**

前記充填される熱媒体の圧力を制御する制御部をさらに備え、前記制御部は、複数の工程から成る前記プラズマ処理の各工程に応じて前記充填される熱媒体の圧力を変更することを特徴とする請求項 8 記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 10】**

前記フォーカスリングに対向するように前記静電チャックに内包される電極と、該電極に印加される電圧を制御する制御部とをさらに備え、前記電極は、静電吸着力によって前記フォーカスリングを前記静電チャックに吸着させ、前記制御部は、複数の工程から成る前記プラズマ処理の各工程に応じて前記電極に印加される電圧を変更することを特徴とする請求項 8 記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 11】**

前記熱伝達部は、前記接触面に配設された溝であることを特徴とする請求項 8 記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 12】**

前記フォーカスリングが前記溝を有することを特徴とする請求項 11 記載のプラズマ処

理装置。

【請求項 13】

前記静電チャックが前記溝を有することを特徴とする請求項 11 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 14】

前記溝の深さは 0.1 mm 以上であることを特徴とする請求項 11 乃至 13 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 15】

前記溝における隅角部は R 形状に成形されていることを特徴とする請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 16】

前記溝は、前記フォーカスリングと同心の環状を呈する少なくとも 1 つの溝から成ることを特徴とする請求項 11 乃至 15 のいずれか 1 項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 17】

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックに、前記被処理体の周辺において接触面にて接触するフォーカスリングにおいて、

熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とするフォーカスリング。

【請求項 18】

プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、前記被処理体の周辺において前記静電チャックに接触面にて接触するフォーカスリングとを備える被処理体の載置装置において、

熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とする被処理体の載置装置。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】** プラズマ処理装置、フォーカスリング及び被処理体の載置装置**【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ処理装置、フォーカスリング及び被処理体の載置装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

通常、プラズマ処理装置としてCVD装置、エッチング装置、若しくはアッシング装置等が広く知られている。このプラズマ処理装置におけるプラズマ処理室内には、被処理体であるウエハWを載置する載置装置が設置されている。この載置装置は、図10に示すように、ウエハWを載置する円板状の静電チャック51と、この静電チャック51上面の外周縁部に配置された導電体、若しくは誘電体のみから成るフォーカスリング52とを備える。

**【0003】**

ウエハWにプラズマ処理を施す場合には、静電チャック51上にウエハWを載置した後、処理室を所定の真空度に保持しつつ、処理ガス、例えば、 $C_4F_8$ 、 $O_2$ 、Arで構成される処理ガスを充填した状態で静電チャック51上にウエハWを静電吸着力によって固定し、静電チャック51に高周波電力を印加して処理室内で処理ガスからプラズマを発生させる。このプラズマは静電チャック51上のフォーカスリング52によってウエハW上に収束し、ウエハWに対し所定のプラズマ処理（例えば、ドライエッチング（RIE）処理）を施す。このとき、ドライエッチング処理が施されることによってウエハWの温度が上昇するが、該温度が上昇したウエハWは静電チャック51が内蔵する冷却機構によって冷却される。この冷却の際、静電チャック51上面から熱伝達性に優れたヘリウムガス等のバックサイドガスをウエハWの裏面に向けて流し、静電チャック51とウエハW間の熱伝達性を向上することによってウエハWは効率良く冷却される。

**【0004】**

一方、フォーカスリング52の裏面と静電チャック51の外周縁部の上面との間には、フォーカスリング52の裏面の表面粗さに起因する凹凸により、ミクロ単位の隙間が存在する。処理室内を減圧して真空状態にすると、当該隙間は真空状態となり、真空断熱層を形成するため、静電チャック51とフォーカスリング52との間における熱伝達性が低くなり、フォーカスリング52をウエハWのように効率良く冷却できず、その結果、フォーカスリング52の温度はウエハWの温度よりも上昇する。このフォーカスリング52の温度上昇によってウエハWの外周縁部がその内側部よりも高温になり、当該外周縁部のエッチング特性が悪くなり、ホール抜け性が悪化したり、エッチングの選択比が低下したりする。

**【0005】**

ところが近年、ウエハWの大口径化、ウエハWの超微細加工化が飛躍的に進んだため、一枚のウエハWから数多くのデバイスを生産するようになってきている。そのため、ウエハWの外周縁部からもデバイスを生産する場合がある。従って、フォーカスリング52の温度上昇を防止して外周縁部におけるエッチング特性の悪化を防止する必要がある。

**【0006】**

このフォーカスリングの温度上昇を防止するには、フォーカスリング及び静電チャックの熱伝達性を改善する必要があり、この熱伝達性を改善する載置装置として、図11に示すように、冷媒流路61を内蔵した静電チャック62と、静電チャック62におけるウエハWの載置面の外周縁部に配置されたフォーカスリング63と、静電チャック62及びフォーカスリング63の間に介在する熱伝達媒体64と、フォーカスリング63を静電チャック62に対して押圧、固定する固定治具65とを備える載置装置66が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

**【0007】**

この載置装置66では、熱伝達媒体64が、固定治具65からフォーカスリング63を

介して荷重を負荷されることによって変形し、これにより、静電チャック 62 及びフォーカスリング 63 の間隙を充填するので、静電チャック 62 及びフォーカスリング 63 の密着度が向上し、もって、静電チャック 62 及びフォーカスリング 63 の熱伝達性が改善される。

#### 【0008】

また、フォーカスリングの温度上昇を防止するエッチング装置として、図 12 に示すように、反応室 71 内に設けられた静電チャック 72 と、該静電チャック 72 の上部側周に設けられたフォーカスリング 73 と、フォーカスリング 73 の下面に沿って設けられた冷却手段（冷却ユニット）74 とを備え、この冷却ユニット 74 は、フォーカスリング 73 の下面に密着させて設けられた熱伝導性の良好な材料からなる基材 74a と、該基材 74a に内设された、冷媒を循環させる冷媒管 74b とを有するエッチング装置 75 が知られている（例えば、特許文献 2 参照。）。

#### 【0009】

また、他のエッチング装置として、静電チャック上面から熱伝達性に優れたヘリウム（He）ガス等のバックサイドガスをフォーカスリングの裏面に向けて流すことによって、静電チャックとフォーカスリングとの間に存在する真空の間隙をバックサイドガスによって拡散充填し、もって、静電チャックとフォーカスリングと間の熱伝達性を改善する装置が知られている。

#### 【0010】

さらに、フォーカスリング及び静電チャックの熱伝達性を改善するためには、フォーカスリングと静電チャックとの密着性を向上させるのがよい。そのために、フォーカスリングに対向するように静電チャックに内包される電極を備えるエッチング装置が知られている。この装置では、電圧を印加された電極が静電吸着力によってフォーカスリングを静電チャックに吸着させるため、フォーカスリングと静電チャックとの密着性が向上する。

【特許文献 1】特開 2002-16126 号公報（第 1 図）

【特許文献 2】特開平 11-330047 号公報（第 1 図）

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

しかしながら、上述した載置装置 66 は、従来の載置装置の構成部品に加えて熱伝達媒体 64 及び固定治具 65 が必要であるため、イニシャルコストが上昇する。さらに、固定治具 65 はプラズマに暴露されるため、プラズマ処理の繰り返しと共に消耗し、これにより、定期的なメンテナンスを必要とする。したがって、メンテナンスコストが上昇するという問題がある。

#### 【0012】

また、静電チャック 62 に内蔵された冷媒流路 61 は、フォーカスリング 63 の熱だけでなく固定治具 65 の熱まで回収してしまうため、フォーカスリング 63 の冷却効率を期待した程改善することができないという問題がある。

#### 【0013】

また、上述したエッチング装置 75 でも、冷却ユニット 74 が必要とされるため、イニシャルコストが上昇し、さらに、冷却ユニット 74 がプラズマに暴露されているならば、冷却ユニット 74 はプラズマ処理の繰り返しと共に消耗し、これに対応して定期的なメンテナンスを必要とするので、メンテナンスコストも上昇するという問題がある。

#### 【0014】

さらに、他のエッチング装置では、静電チャックとフォーカスリングとの間に存在する真空の間隙の厚みが小さいため、バックサイドガスを当該真空の間隙において十分に拡散させることができず、その結果、静電チャックとフォーカスリングと間の熱伝達性を十分に改善できない。したがって、フォーカスリングの冷却効率を期待した程改善できないという問題がある。

#### 【0015】

また、通常、プラズマ処理は複数の工程からなり、プラズマ発生のための高周波電力の大きさ等が工程毎に変化することがあるため、フォーカスリングの温度が変化することがある。一方、バックサイドガスの圧力や静電チャックに内包される電極に印加される電圧は、工程毎に変化せず、プラズマ処理を通じて一定のままであるため、フォーカスリングと静電チャックとの熱伝達能力は変化しない。したがって、高周波電力の大きさの変化に起因するフォーカスリングの温度変化を抑制することができず、フォーカスリングの冷却効率を改善できないという問題がある。

#### 【0016】

本発明の目的は、コストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができるプラズマ処理装置、フォーカスリング及び被処理体の載置装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0017】

上記目的を達成するために、請求項1記載のプラズマ処理装置は、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、該静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングとを有する被処理体の載置装置を備えるプラズマ処理装置において、前記フォーカスリングは、前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とする。

#### 【0018】

請求項2記載のプラズマ処理装置は、請求項1記載のプラズマ処理装置において、前記誘電体部の厚みは、前記フォーカスリングの半径方向に関して一定であることを特徴とする。

#### 【0019】

請求項3記載のプラズマ処理装置は、請求項1又は2記載のプラズマ処理装置において、前記誘電体部は、前記導電体部を成す材料の酸化物から成ることを特徴とする。

#### 【0020】

請求項4記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至3のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記導電体部を成す材料はシリコンであることを特徴とする。

#### 【0021】

請求項5記載のプラズマ処理装置は、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記誘電体部を成す材料は二酸化珪素であることを特徴とする。

#### 【0022】

上記目的を達成するために、請求項6記載のフォーカスリングは、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングにおいて、前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とする。

#### 【0023】

上記目的を達成するために、請求項7記載の被処理体の載置装置は、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、該静電チャックに接触部にて接触するフォーカスリングとを備えた被処理体の載置装置において、前記フォーカスリングは、前記接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して前記静電チャックに対向する導電体部とを有することを特徴とする。

#### 【0024】

上記目的を達成するために、請求項8記載のプラズマ処理装置は、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、前記被処理体の周辺において前記静電チャックに接触面にて接触するフォーカスリングとを有する被処理体の載置装置を備えるプラズマ処理装置において、熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とする。

#### 【0025】

請求項9記載のプラズマ処理装置は、請求項8記載のプラズマ処理装置において、前記

充填される熱媒体の圧力を制御する制御部をさらに備え、前記制御部は、複数の工程から成る前記プラズマ処理の各工程に応じて前記充填される熱媒体の圧力を変更することを特徴とする。

【0026】

請求項10記載のプラズマ処理装置は、請求項8記載のプラズマ処理装置において、前記フォーカスリングに対向するように前記静電チャックに内包される電極と、該電極に印加される電圧を制御する制御部とをさらに備え、前記電極は、静電吸着力によって前記フォーカスリングを前記静電チャックに吸着させ、前記制御部は、複数の工程から成る前記プラズマ処理の各工程に応じて前記電極に印加される電圧を変更することを特徴とする。

【0027】

請求項11記載のプラズマ処理装置は、請求項8記載のプラズマ処理装置において、前記熱伝達部は、前記接触面に配設された溝であることを特徴とする。

【0028】

請求項12記載のプラズマ処理装置は、請求項11記載のプラズマ処理装置において、前記フォーカスリングが前記溝を有することを特徴とする。

【0029】

請求項13記載のプラズマ処理装置は、請求項11記載のプラズマ処理装置において、前記静電チャックが前記溝を有することを特徴とする。

【0030】

請求項14記載のプラズマ処理装置は、請求項11乃至13のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝の深さは0.1mm以上であることを特徴とする。

【0031】

請求項15記載のプラズマ処理装置は、請求項11乃至14のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝における隅角部はR形状に成形されていることを特徴とする。

【0032】

請求項16記載のプラズマ処理装置は、請求項11乃至15のいずれか1項に記載のプラズマ処理装置において、前記溝は、前記フォーカスリングと同心の環状を呈する少なくとも1つの溝から成ることを特徴とする。

【0033】

上記目的を達成するために、請求項17記載のフォーカスリングは、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックに、前記被処理体の周辺において接触面にて接触するフォーカスリングにおいて、熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とする。

【0034】

上記目的を達成するために、請求項18記載の被処理体の載置装置は、プラズマ処理が施される被処理体を載置する静電チャックと、前記被処理体の周辺において前記静電チャックに接触面にて接触するフォーカスリングとを備える被処理体の載置装置において、熱媒体が充填される熱伝達部を、前記接触面に有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0035】

請求項1記載のプラズマ処理装置によれば、フォーカスリングは、接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して静電チャックに対向する導電体部とを有するので、被処理体にプラズマ処理を施す際に、静電チャック及びフォーカスリング間の静電吸着力を生じさせるための電荷の量を多くすることができ、これにより、静電チャック及びフォーカスリング間における静電吸着力を高め、静電チャック及びフォーカスリングの密着度を向上させて熱伝達性を改善することができる。したがって、載置装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【0036】

請求項2記載の被処理体の載置装置によれば、誘電体部の厚みは、フォーカスリングの



半径方向に関して一定であるので、静電チャック及び導電体部の静電吸着力を一定にし、静電チャック及び導電体部の密着度を均一化できる。したがって、フォーカスリングを均一に冷却してエッチング特性の局所的な悪化の発生を防止できる。

【0037】

請求項3記載のプラズマ処理装置によれば、誘電体部は導電体部を成す材料の酸化物から成るので、導電体部を酸化することによって誘電体部を形成することができる。したがって、当該フォーカスリングを容易に形成できると共に、誘電体部及び導電体部の間における間隙の発生を確実に防止することができる。

【0038】

請求項4記載のプラズマ処理装置によれば、導電体部を成す材料はシリコンであるので、材料の入手が容易であり、もって載置装置のコストの上昇をさらに防止することができる。

【0039】

請求項5記載のプラズマ処理装置によれば、誘電体部を成す材料は二酸化珪素であるので、誘電体部の形成が容易であり、もって載置装置のコストの上昇を確実に防止することができる。

【0040】

請求項6記載のフォーカスリングによれば、接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して静電チャックに対向する導電体部とを有するので、被処理体にプラズマ処理を施す際に、静電チャック及びフォーカスリング間の静電吸着力を生じさせるための電荷の量を多くすることができ、これにより、静電チャック及びフォーカスリング間における静電吸着力を高め、静電チャック及びフォーカスリングの密着度を向上させて熱伝達性を改善することができる。したがって、載置装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【0041】

請求項7記載の被処理体の載置装置によれば、フォーカスリングは、接触部を形成する誘電体部と、該誘電体部を介して静電チャックに対向する導電体部とを有するので、被処理体にプラズマ処理を施す際に、静電チャック及びフォーカスリング間の静電吸着力を生じさせるための電荷の量を多くすることができ、これにより、静電チャック及びフォーカスリング間における静電吸着力を高め、静電チャック及びフォーカスリングの密着度を向上させて熱伝達性を改善することができる。したがって、載置装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【0042】

請求項8記載のプラズマ処理装置によれば、熱媒体が充填される熱伝達部を接触面に有するので、静電チャック及びフォーカスリングの間に冷却ユニットを必要とせず、また、熱媒体を静電チャック及びフォーカスリングの間において十分拡散させることができ、その結果、静電チャックとフォーカスリングと間の熱伝達性を十分に改善でき、これにより、コストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【0043】

請求項9記載のプラズマ処理装置によれば、制御部は、プラズマ処理の各工程に応じて充填される熱媒体の圧力を変更するので、プラズマ発生のための高周波電圧が工程毎に変化しても、高周波電圧の変化に応じてフォーカスリングと静電チャックとの熱伝達能力を変化させることができ、フォーカスリングの冷却を安定して行うことができる。したがって、被処理体におけるエッチング特性の局所的な悪化の発生を防止できる。

【0044】

請求項10記載のプラズマ処理装置によれば、制御部は、プラズマ処理の各工程に応じて電極に印加される電圧を変更するので、プラズマ発生のための高周波電圧が工程毎に変化しても、高周波電圧の変化に応じてフォーカスリングと静電チャックとの熱伝達能力を変化させることができ、フォーカスリングの冷却を安定して行うことができる。したがって

て、被処理体におけるエッチング特性の局所的な悪化の発生を防止できる。

【0045】

請求項11記載のプラズマ処理装置によれば、熱伝達部は、接触面に配設された溝であるので、熱媒体を静電チャック及びフォーカスリングの間において確実に拡散させることができ、もってフォーカスリングの冷却効率をより飛躍的に改善することができる。

【0046】

請求項12記載のプラズマ処理装置によれば、フォーカスリングが溝を有するので、フォーカスリングと熱媒体との接触面積を増加させることができると共に、フォーカスリングの剛性を適度に低下させることによってフォーカスリングを静電チャックの形状に倣って変形させることができ、これにより、静電チャック及びフォーカスリングの密着度を向上させることができる。その結果、フォーカスリングの冷却効率をさらに飛躍的に改善することができる。

【0047】

請求項13記載のプラズマ処理装置によれば、静電チャックが溝を有するので、フォーカスリングにおいて溝を形成する必要が無く、これにより、フォーカスリングのイニシャルコストを低減することができる、もって、コストの上昇を防止することができる。

【0048】

請求項14記載のプラズマ処理装置によれば、溝の深さは0.1mm以上であるので、コンダクタンスを大きくすることができ、もって熱媒体の迅速な溝への充填を行うことができ、その結果、フォーカスリングの冷却効率を著しく改善することができる。

【0049】

請求項15記載のプラズマ処理装置によれば、溝における隅角部はR形状に成形されているので、溝における亀裂の発生を防止することができ、もって、フォーカスリングの耐久性を向上することができ、その結果、メンテナンスコストの上昇を防止することができる。

【0050】

請求項16記載のプラズマ処理装置によれば、溝は、フォーカスリングと同心の環状を呈する少なくとも1つの溝から成るので、フォーカスリング及び静電チャックの接触面において熱媒体を均等に拡散させることができ、もってフォーカスリングを均等に冷却することができる。

【0051】

請求項17記載のフォーカスリングによれば、熱媒体が充填される熱伝達部を接触面に有するので、静電チャック及びフォーカスリングの間に冷却ユニットを必要とせず、また、熱媒体を静電チャック及びフォーカスリングの間において十分拡散させることができ、その結果、静電チャックとフォーカスリングと間の熱伝達性を十分に改善でき、これにより、コストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【0052】

請求項18記載の被処理体の載置装置によれば、熱媒体が充填される熱伝達部を接触面に有するので、静電チャック及びフォーカスリングの間に冷却ユニットを必要とせず、また、熱媒体を静電チャック及びフォーカスリングの間において十分拡散させることができ、その結果、静電チャックとフォーカスリングと間の熱伝達性を十分に改善でき、これにより、コストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0053】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳述する。

【0054】

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る被処理体の載置装置が用いられるプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。

**【0055】**

図1において、R I E型のプラズマ処理装置として構成されるプラズマ処理装置は、金属製、例えば、アルミニウム又はステンレス鋼製の保安接地された円筒型チャンバ10を有し、該チャンバ10内に、被処理体としてのウエハWを載置する円板状のサセプタ（下部電極）11が配設されている。このサセプタ11は、例えば、アルミニウムからなり、絶縁性の筒状保持部材12を介してチャンバ10の底から垂直上方に延びる筒状支持部13に支持されている。

**【0056】**

チャンバ10の側壁と筒状支持部13との間には排気路14が形成され、この排気路14の入口又は途中に環状のバッフル板15が配設されると共に、底部に排気口16が設けられ、該排気口16に排気管17を介して排気装置18が接続されている。ここで、排気装置18は、真空ポンプを有し、チャンバ10内の処理空間を所定の真空度まで減圧する。また、排気管17は可変式バタフライバルブである自動圧力制御弁（automatic pressure control valve）（以下「A P C」という）（不図示）を有し、該A P Cは自動的にチャンバ10内の圧力制御を行う。さらに、チャンバ10の側壁には、ウエハWの搬入出口19を開閉するゲートバルブ20が取り付けられている。

**【0057】**

サセプタ11には、プラズマ生成およびR I E用の高周波電源21が整合器22および給電棒23を介して電氣的に接続されている。この高周波電源21は、所定の高周波、例えば、60MHzの高周波電力をサセプタ11に印加する。また、チャンバ10の天井部には、後述する接地電位の上部電極としてのシャワーヘッド24が配設されている。これにより、高周波電源21からの高周波電圧がサセプタ11とシャワーヘッド24との間に印加される。

**【0058】**

サセプタ11の上面にはウエハWを静電吸着力で吸着する静電チャック25が配設されている。この静電チャック25は、円板状の中心部25aと、環状の外周部25bとからなり、中心部25aは外周部25bに対して図中上方に突出している。また、中心部25aは、導電膜からなる電極板25cを一对の誘電膜の間に挟み込むことによって構成される一方、外周部25bは、導電膜からなる電極板25dを一对の誘電膜の間に挟み込むことによって構成され、さらに、電極板25cには直流電源26がスイッチ27を介して電氣的に接続されている一方、電極板25dには直流電源28がスイッチ29を介して電氣的に接続されている。そして、静電チャック25は、直流電源26からの直流電圧によりクーロン力又はジョンソン・ラーベック（Johnsen-Rahbek）力によってウエハWを吸着保持する。

**【0059】**

静電チャック25の外周部25bの上面には、中心部25aを環状に囲むフォーカスリング30が載置されている。そして、サセプタ11、静電チャック25及びフォーカスリング30は被処理体の載置装置を構成する。

**【0060】**

また、サセプタ11の内部には、例えば、円周方向に延在する環状の冷媒室31が設けられている。この冷媒室31には、チラーユニット32から配管33、34を介して所定温度の冷媒、例えば、冷却水が循環供給され、当該冷媒の温度によって静電チャック25上のウエハWの処理温度を制御する。さらに、伝熱ガス供給部35からの伝熱ガス、例えば、Heガスが、ガス供給ライン36を介して静電チャック25の上面とウエハWの裏面との間隙に供給され、ウエハWと静電チャック25との熱伝達性を向上させる。

**【0061】**

天井部のシャワーヘッド24は、多数のガス通気孔37aを有する下面の電極板37と、該電極板37を着脱可能に支持する電極支持体38とを有する。また、該電極支持体38の内部にバッファ室39が設けられ、このバッファ室39のガス導入口38aには処理ガス供給部40からのガス供給配管41が接続されている。また、チャンバ10の周囲に

は、環状又は同心状に延びる磁石 42 が配置されている。

【0062】

このプラズマ処理装置の各構成要素、例えば、排気装置 18、高周波電源 21、静電チャック用のスイッチ 27、29、チラーユニット 32、伝熱ガス供給部 35 および処理ガス供給部 40 等は、これらの動作を制御する制御部 43 に接続されている。

【0063】

このプラズマ処理装置のチャンバ 10 内では、磁石 42 によって一方向に向かう水平磁界が形成されると共に、サセプタ 11 とシャワーヘッド 24 との間に印加された高周波電圧によって鉛直方向の RF 電界が形成され、これにより、チャンバ 10 内において処理ガスを介したマグネトロン放電が行われ、サセプタ 11 の表面近傍において処理ガスから高密度のプラズマが生成される。

【0064】

このプラズマ処理装置では、ドライエッチング処理の際、先ずゲートバルブ 20 を開状態にして加工対象のウエハ W をチャンバ 10 内に搬入し、静電チャック 25 の上に載置する。そして、処理ガス供給部 40 より処理ガス（例えば、所定の流量比率の  $C_4F_8$  ガス、 $O_2$  ガス及び Ar ガスから成る混合ガス）を所定の流量および流量比でチャンバ 10 内に導入し、排気装置 18 等によりチャンバ 10 内の圧力を所定値にする。さらに、高周波電源 21 より高周波電力をサセプタ 11 に供給し、直流電源 26 より直流電圧を静電チャック 25 の電極板 25c に印加して、ウエハ W を静電チャック 25 上に吸着する。そして、シャワーヘッド 24 より吐出された処理ガスは上述したようにプラズマ化し、このプラズマで生成されるラジカルやイオンによってウエハ W の表面がエッチングされる。

【0065】

このプラズマ処理装置では、サセプタ 11 に対して従来（一般に 27 MHz 以下）よりも格段に高い周波数領域（50 MHz 以上）の高周波を印加することにより、処理ガスを好ましい解離状態まで解離させる。解離された処理ガスはプラズマとなるため、低圧の条件下でも高密度プラズマを生成できる。この高密度プラズマは低ダメージの酸化・窒化処理の実現を可能にし、半導体デバイスの高性能化、低消費電力化に大きく寄与する。すなわち、プラズマ中の高エネルギー粒子や、該高エネルギー粒子の衝突等によって処理室内壁等から放出された金属原子によるウエハ W の損傷や汚染等を防止できるため、高品位の絶縁膜形成が要求されるゲート形成工程へのプラズマ処理の適用が可能となり、それ故、本実施の形態に係るプラズマ処理装置はウエハ W の加工微細化の進展によって発生するであろう技術的課題に対応することができる。

【0066】

図 2 は、本第 1 の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【0067】

本第 1 の実施の形態に係る載置装置は、ウエハ W のエッチング対象膜が酸化膜であるプラズマ処理装置に用いられる。

【0068】

図 2 において、本第 1 の実施の形態に係る載置装置は、上述したように、サセプタ 11 と、サセプタ 11 の上面に配置される静電チャック 25 と、該静電チャック 25 の外周部 25b の上面に載置されるフォーカスリング 30 とから成る。

【0069】

サセプタ 11 は冷媒室 31 を有し、静電チャック 25 は中心部 25a の内部に電極板 25c を有し且つ外周部 25b の内部に電極板 25d を有し、フォーカスリング 30 は、外周部 25b と接触する接触部を形成する誘電体部 30a と、該誘電体部 30a を介して外周部 25b に対向する導電体部 30b とを有する。

【0070】

ここで、ウエハ W のエッチング対象膜が酸化膜であるため、フォーカスリング 30 においてプラズマに暴露される部位は、シリコン (Si) で形成されるのがよく、従って、導電体部 30b はシリコンから成り、誘電体部 30a はシリコンの酸化物である二酸化珪素

(SiO<sub>2</sub>) から成る。

#### 【0071】

ウエハWにドライエッチング処理を施す際には、高周波電源21により高周波電力をセプタ11に供給してプラズマを生成し、直流電源26から電極板25cに高電圧を印加して静電吸着力によって中心部25aにウエハWを吸着させ、直流電源28から電極板25dに高電圧を印加して静電吸着力によって外周部25bにフォーカスリング30を吸着させる。電極板25c, dに印加される高電圧は、制御部43によって制御される。プラズマが生成される際、従来の導電体のみから成るフォーカスリングでは、フォーカスリング全体がプラズマと同じマイナスの電位となるが、フォーカスリング及び静電チャック間に電荷の流れを遮るものが存在しないため、フォーカスリングに帯電されたマイナスの電荷は、フォーカスリング及び静電チャックの接触面を通じて静電チャックへと流出する。したがって、フォーカスリング及び静電チャック間の静電吸着力を発生させる電荷が減少する。一方、本第1の実施の形態に係るフォーカスリング30では、導電体部30bがプラズマと同じマイナスの電位となり、誘電体部30aにおける導電体部30bとの界面にはプラスの電荷が誘起されるため、誘電体部30aにおける静電チャック25との界面には誘電分極によってマイナスの電荷が生じる。また、静電チャック25の表面部が誘電体で構成されている場合、該表面部における誘電体部30aとの界面には誘電分極によってプラスの電荷が生じる。そして、これらの電荷の作用によって、静電チャック25及びフォーカスリング30間の静電吸着力をより高めることができる。

#### 【0072】

このとき、直流電源28が電極板25dに印加する電圧は、誘電体部30aの固有抵抗値により決定される。すなわち、固有抵抗値が1013Ω以上であれば、導電体部30bに誘起された電荷により発生する静電吸着力はクーロン力であるため、印加される電圧は約1.5～4.0KVであり、固有抵抗値が1013Ω未満であれば、上記静電吸着力はジョンソン・ラーベック力であるため、印加される電圧は約0～1.0KVである。

#### 【0073】

また、誘電体部30aの厚みは、フォーカスリング30の半径方向に関して一定であるが、誘電体部30aの厚みが大きいほど、静電チャック25及び導電体部30bの熱伝達性が悪化するので、当該厚みは薄いことが好ましい。但し、本第1の実施の形態では、ウエハWのエッチング対象膜が酸化膜であるため、二酸化珪素から成る誘電体部30aはプラズマ処理の繰り返しと共に消耗する。従って、誘電体部30aの厚みは、少なくとも1メンテナンスサイクルの間に消耗される厚み以上である必要がある。

#### 【0074】

本第1の実施の形態に係る載置装置によれば、フォーカスリング30は、外周部25bとの接触部を形成する誘電体部30aと、該誘電体部30aを介して静電チャック25における外周部25bに対向する導電体部30bとを備えるので、ウエハWにドライエッチング処理を施す際に、フォーカスリング30の誘電体部30aから接触部を介した静電チャック25への電荷の流れを遮断することができ、従来のフォーカスリングに比べて静電吸着力を発生させる電荷の量の損失を抑えることができ、もって、静電チャック25及びフォーカスリング30間の静電吸着力を高め、静電チャック25及びフォーカスリング30の密着度を向上させて熱伝達性を改善することができ、その結果、載置装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリング30の冷却効率を飛躍的に改善することができる。

#### 【0075】

また、誘電体部30aの厚みは、フォーカスリング30の半径方向に関して一定であるので、静電チャック25及びフォーカスリング30間の静電吸着力を一定にして密着度を均一化でき、もってフォーカスリング30を均一に冷却してエッチング特性の局所的な悪化の発生を防止できる。

#### 【0076】

さらに、導電体部30bの材料はシリコンであるので、材料の入手が容易である。した

がって、載置装置のコストの上昇をさらに防止することができ、さらに、誘電体部 30 a を成す材料は、二酸化珪素であるので、誘電体部 30 a をスパッタリング等によって容易に形成でき、もって載置装置のコストの上昇を確実に防止することができる共に、スパッタリングによって形成された誘電体部 30 a はフォーカスリング 30 の接触部の表面を円滑にするため、静電チャック 25 及びフォーカスリング 30 の密着度をより向上することができる。

#### 【0077】

上述した本第 1 の実施の形態に係る載置装置では、誘電体部 30 a は、フォーカスリング 30 の半径方向に関してその厚みが一定であるが、図 3 に示すように、フォーカスリング 30 の内側から外側にかけて当該厚みが増すように構成されてもよく、また、図 4 に示すように、フォーカスリング 30 の外側から内側にかけて当該厚みが増すように構成されてもよい。

#### 【0078】

また、誘電体部 30 a の誘電率が、フォーカスリング 30 の内側から外側にかけて増すように構成されてもよく、また、誘電体部 30 a の誘電率が、フォーカスリング 30 の外側から内側にかけて増すように構成されてもよい。

#### 【0079】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る被処理体の載置装置について詳述する。

#### 【0080】

本第 2 の実施の形態に係る被処理体の載置装置は、その構成、作用が上述した本第 1 の実施の形態と基本的に同じであるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

#### 【0081】

図 5 は、本第 2 の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

#### 【0082】

本第 2 の実施の形態に係る載置装置は、ウエハ W のエッチング対象膜がポリシリコンであるプラズマ処理装置に用いられる。

#### 【0083】

図 5 において、本第 2 の実施の形態に係る載置装置では、フォーカスリング 30 が、静電チャック 25 の外周部 25 b と接触する接触部を形成する誘電体部 30 c と、該誘電体部 30 c を介して外周部 25 b に対向する導電体部 30 d と、該導電体部 30 d の上面に配置される他の誘電体部 30 e とから成る。

#### 【0084】

尚、サセプタ 11、静電チャック 25 の構成は本第 1 の実施の形態と同じである。

#### 【0085】

ここで、ウエハ W のエッチング対象膜がポリシリコンであるため、フォーカスリング 30 におけるプラズマに暴露される部位は、シリコン以外で形成されるのがよく、従って、他の誘電体部 30 e は二酸化珪素から成る。また、誘電体部 30 c も二酸化珪素から成る一方、導電体部 30 d はシリコンから成り、導電体部 30 d の一部はプラズマに暴露し且つ接触する。

#### 【0086】

ウエハ W にドライエッチング処理を施す際に、直流電源 28 は電極板 25 d に高電圧を印加する。プラズマが生成される際、プラズマに接触する導電体部 30 d はプラズマと同じマイナスの電位になり、誘電体部 30 c における導電体部 30 d との界面にはプラスの電荷が誘起されると共に、誘電体部 30 c における静電チャック 25 との界面には誘電分極によってマイナスの電荷が生じる。また、静電チャック 25 の表面部が誘電体で構成されている場合、該表面部における誘電体部 30 c との界面には誘電分極によってプラスの電荷が生じる。そして、これらの電荷の作用によって、静電チャック 25 及びフォーカスリング 30 間の静電吸着力をより高めることができる。

#### 【0087】

ここで、従来の誘電体のみから成るフォーカスリングにおいて、電極板 25 d とプラズマとをコンデンサの両電極と見立てたとき、両電極間に介在する誘電体（フォーカスリング）に電荷が蓄積されることを例え考慮したとしても、当該誘電体の厚さが大きすぎるため、コンデンサの容量が少なすぎる、すなわち、静電吸着力を発生させる電荷を多量に蓄積することができない。一方、本第 2 の実施の形態に係るフォーカスリング 30 では、電極板 25 d と導電体部 30 d とをコンデンサの両電極と見立てたとき、両電極間に介在する誘電体は、従来のフォーカスリングと比較して十分に薄い誘電体部 30 c であるため、コンデンサの容量を大きくすること、すなわち、静電吸着力を発生させる電荷を多量に蓄積することができる。

#### 【0088】

誘電体部 30 c 及び導電体部 30 d の厚みは、フォーカスリング 30 の半径方向に関して一定であるが、いずれの厚みも薄いことが好ましい。但し、本第 2 の実施の形態では、ウエハ W のエッチング対象膜がポリシリコンであるため、シリコンから成る導電体部 30 d はプラズマ処理の繰り返しと共に消耗する。従って、導電体部 30 d の厚みは、少なくとも 1 メンテナンスサイクルの間に消耗される厚み以上である必要がある。

#### 【0089】

本第 2 の実施の形態に係る載置装置によれば、フォーカスリング 30 は、静電チャック 25 における外周部 25 b との接触部を形成する誘電体部 30 c と、該誘電体部 30 c を介して外周部 25 b に対向する導電体部 30 d とを備えるので、ウエハ W にドライエッチング処理を施す際に、静電吸着力を発生させる電荷の量を多くすることができ、もって、静電チャック 25 及びフォーカスリング 30 間の静電吸着力を高め、静電チャック 25 及びフォーカスリング 30 の密着度を向上させて熱伝達性を改善することができる。したがって、載置装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリング 30 の冷却効率を飛躍的に改善することができる。

#### 【0090】

ここで、本第 2 の実施の形態に係る載置装置では、誘電体部 30 c は、その厚みがフォーカスリング 30 の半径方向に関して一定であるが、フォーカスリング 30 の内側から外側にかけて、若しくは、外側から内側にかけて当該厚みが増すように構成されてもよく、また、誘電体部 30 c の誘電率が、フォーカスリング 30 の内側から外側にかけて、若しくは、外側から内側にかけて増すように構成されてもよいのは、上述した本第 1 の実施の形態に係る載置装置と同様である。

#### 【0091】

上述した本第 1 及び 2 の実施の形態に係る載置装置では、導電体部の材料としてシリコンを用いたが、導電体部を成す材料はプラズマに接触して負に帯電するものであれば、如何なるものを用いてもよく、例えば、アルミ（Al）や半導体等を用いてもよい。これにより、導電体部に誘起される電荷をより増やすことができ、もって静電チャック 25 及びフォーカスリング 30 の密着度をより向上させて熱伝達性をより改善することができる。

#### 【0092】

また、上述した本第 1 及び 2 の実施の形態に係る載置装置では、誘電体部の材料として二酸化珪素を用いたが、誘電体部の材料は絶縁性を有し、特に誘電率の大きいものであれば、如何なるものを用いてもよく、例えば、窒化珪素（SiN）やアルマイト等を用いてもよい。このとき、誘電体部の材料として導電体部を成す材料の酸化物を用いれば、導電体部を酸化することによって誘電体部を形成することができる。したがって、フォーカスリング 30 を容易に形成できると共に、誘電体部及び導電体部の間における間隙の発生を防止することができ、もって導電体部に誘起される電荷をさらに増やすことができる。

#### 【0093】

また、誘電体部の形成方法は、スパッタリングに限られず、材料に応じて CVD やディッピング等を適宜用いてよい。

#### 【0094】

また、上述した本第1及び2の実施の形態に係る載置装置では、静電チャック25と誘電体部30a又は30cとが直接接触するが、導電性シリコンゴム等の耐熱性のある弾性部材を静電チャック25と誘電体部30a又は30cとの間に介在させてもよく、これにより、静電チャック25とフォーカスリング30との間の熱伝達性をさらに改善することができる。また、バックサイドガスとしてのヘリウムガスを静電チャック25と誘電体部30a又は30cとの間に充填させてもよく、これにより、同様の効果を更に一層奏することができる。

#### 【0095】

次に、本発明の第3の実施の形態に係る被処理体の載置装置について詳述する。

#### 【0096】

本第3の実施の形態に係る被処理体の載置装置は、その構成、作用が上述した本第1の実施の形態と基本的に同じであるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

#### 【0097】

本第3の実施の形態に係る被処理体の載置装置では、後述するように、伝熱ガス供給部35からの伝熱ガス（熱媒体）、例えば、Heガスが、ガス供給ライン46を介して静電チャック25の中心部25aの上面及びウエハWの裏面の間隙、静電チャック25の外周部25bの上面及びフォーカスリング30の裏面の間隙、並びにサセプタ11及び静電チャック25の間隙に供給され、ウエハW及び静電チャック25、フォーカスリング30及び静電チャック25、並びに静電チャック25及びサセプタ11の熱伝達性を向上させる。

#### 【0098】

図6は、本第3の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

#### 【0099】

図6において、本第3の実施の形態に係る載置装置は、本第1の実施の形態に係る載置装置と同様に、サセプタ11と、サセプタ11の上面に配置される静電チャック25と、該静電チャック25の外周部25bの上面に載置されるフォーカスリング30とから成る。

#### 【0100】

ここで、ガス供給ライン46は、中心部25aの上面に開口するウエハ部ライン46aと、外周部25bの上面の2箇所において開口するフォーカスリング部ライン46bとを有し、フォーカスリング部ライン46bの開口部は、外周部25bの上面において中心部25aの中心に関して対称に配置される（図7（a）参照）。

#### 【0101】

ウエハ部ライン46aは、PCV（pressure control valve）80と開閉バルブ81とを備え、PCV80及び開閉バルブ81は、これらの動作を制御する制御部43に接続される。PCV80は、ウエハ部ライン46aがウエハWの裏面に供給するHeガスの圧力を制御し、開閉バルブ81は、制御部43の指令に応じてウエハ部ライン46aを伝熱ガス供給部35から遮断する。

#### 【0102】

フォーカスリング部ライン46bも、PCV82と開閉バルブ83とを備え、PCV82及び開閉バルブ83は、これらの動作を制御する制御部43に接続される。PCV82は、フォーカスリング部ライン46bが後述の伝熱ガス導入溝44に供給するHeガスの圧力を制御し、開閉バルブ83は、制御部43の指令に応じてフォーカスリング部ライン46bを伝熱ガス供給部35から遮断する。

#### 【0103】

また、フォーカスリング部ライン46bは、該フォーカスリング部ライン46bの開口部と開閉バルブ83との間に、チャンバ開放系統84を有する。このチャンバ開放系統84は2つのライン85a、bからなる。ライン85a、bは、一端においてフォーカスリング部ライン46bとそれぞれ連通すると共に、他端において互いに接続されて一系統を



成し、チャンバ10内に連通する。ライン85aは開閉バルブ86を有し、ライン85bは開閉バルブ87及びオリフィス部88を有する。開閉バルブ86、87は、これらの動作を制御する制御部43に接続される。

#### 【0104】

なお、ウエハ部ライン46aが、図に示すようにチャンバ開放系統84と同様の系統を備えていてもよい。

#### 【0105】

また、ウエハ部ライン46aが複数設けられ、各ウエハ部ライン46aが、中心部25aの上面においてそれぞれウエハWの裏面の中心部および周縁部に対向するように開口するのが好ましい。これにより、ウエハWの温度を適切に制御することができる。

#### 【0106】

また、フォーカスリング30は、外周部25bと接触する接触面において伝熱ガス導入溝44を有し、その材料は、ウエハWのエッチング対象膜が酸化膜の場合には、シリコン(Si)が用いられ、ウエハWのエッチング対象膜がポリシリコンの場合には、二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)が用いられる等、ウエハWのエッチング対象膜の種類に応じて適宜選択される。例えば、窒化珪素(SiN)やアルマイト処理されたアルミ(Al)、炭化ケイ素(SiC)等も用いられる。

#### 【0107】

図7は、図6における伝熱ガス導入溝44の概略構成を示す図であり、(a)はフォーカスリング30を接触面から眺めた図であり、(b)は図7(a)における線III-IIIに沿う断面図である。

#### 【0108】

図7において、伝熱ガス導入溝44は、接触面においてフォーカスリング30と同心の環状を呈する内側導入溝44aと、同じく接触面において該内側導入溝44aを囲うように配置され且つフォーカスリング30と同心の環状を呈する外側導入溝44bと、内側導入溝44a及び外側導入溝44bを連結する放射状導入溝44cとを有し、外側導入溝44bの直径は、外周部25bの上面における2つのフォーカスリング部ライン46bの開口部の間の距離と略一致する。

#### 【0109】

通常、静電チャック25における中心部25aの中心と、フォーカスリング30の中心は一致するため、フォーカスリング30を外周部25bの上面に載置した際、フォーカスリング部ライン46bの開口部と外側導入溝44bとが対向し、これにより、フォーカスリング部ライン46bの開口部から供給されるHeガスは伝熱ガス導入溝44内に充填される。

#### 【0110】

また、内側導入溝44a、外側導入溝44b及び放射状導入溝44cの断面形状は略矩形を呈し、その幅は、例えば、1mmであり、その深さは0.1~1.0mm、さらには、0.5mm以上であるのが好ましく、その隅角部はR形状に成形されている。

#### 【0111】

次に、ドライエッチング処理における伝熱ガス導入溝44へのHeガスの供給圧力(以下「He圧力」という)の変化及びフォーカスリング30を静電チャック25の外周部bに吸着させるための、電極板25dに印加される高電圧(High Voltage)(以下「F/Rチャック電圧」という)の変化について説明する。

#### 【0112】

図8は、連続ドライエッチング処理におけるHe圧力及びF/Rチャック電圧の変化を示すシーケンス図である。

#### 【0113】

図8において、連続ドライエッチング処理は、PCV82の0点調整を行うPCV0点調整シーケンス、伝熱ガス導入溝44へ供給されるHeガスのリークをチェックするリークチェックシーケンス、ウエハWをチャンバ10に搬入する搬入シーケンス、搬入された

ウエハWにドライエッチングを施すプロセスシーケンス、ドライエッチングを施されたウエハWをチャンバ10から搬出する搬出シーケンス、及びドライエッチングの際に帯電したサセプタ11を除電するサセプタ除電シーケンスを有し、これらのシーケンスを適宜組み合わせることによって実行される。

#### 【0114】

まず、プラズマ処理装置は、N<sub>2</sub>ガスをチャンバ10に導入し（N<sub>2</sub>パージON）、APCを開放すると共に、排気装置18を作動させてチャンバ10内を減圧する。

#### 【0115】

続くPCV0点調整シーケンスでは、PCV82を閉鎖して、フォーカスリング部ライン46bを伝熱ガス供給部35から遮断すると共に、開閉バルブ83、86及び87を開放する。したがって、フォーカスリング部ライン46bは、チャンバ開放系統84を介して排気装置18により真空引きされる。所定時間だけ真空引きを継続した後、フォーカスリング部ライン46b内の圧力に基づいてPCV82の0点調整を行う（PCV0点調整ON）。連続ドライエッチング処理の最初に、PCV82の0点調整を行うことにより、以降のシーケンスにおけるHe圧力の制御を正確に行うことができる。また、チャンバ10内の減圧の際、フォーカスリング部ライン46bを真空引きすることにより、チャンバ10内と伝熱ガス導入溝44内との圧力差を無くすることができる。これにより、圧力差に起因するフォーカスリング30の離脱を防止することができる。

#### 【0116】

次いで、リークチェックシーケンスでは、APCを閉じて、APCにより制御されるチャンバ10内の圧力（以下「APC制御圧」という）を上昇させ、該APC制御圧をリークチェック時のチャンバ10内圧力であるF/Rチャック吸着圧力に設定する。APC制御圧の上昇の際、APC制御圧が $6.65 \times 10^4$  Pa（500 torr）に達すると、電極板25dに高電圧を印加してF/Rチャック電圧を、仮吸着のためのF/Rチャック仮吸着電圧に設定し、さらに2.5秒後に、本吸着のためのF/Rチャック吸着電圧に設定する。電極板25dへの高電圧の印加を、APC制御圧が $6.65 \times 10^4$  Paに達するまで開始しないのは、チャンバ10内の圧力が低いときには、電極板25dに高電圧を印加してもフォーカスリング30が静電チャック25に吸着しないためである。

#### 【0117】

そして、Heガスを、フォーカスリング部ライン46bから伝熱ガス導入溝44に供給し、He圧力がF/Rリークチェック圧力に達してからPCV82を閉じ（He圧力をOFFし）、所定時間経過後、フォーカスリング部ライン46b内の圧力を測定し、測定された圧力が所定の範囲内にあるか否かを判定する。なお、リークチェックは、フォーカスリング部ライン46b内の圧力の測定ではなく、フォーカスリング部ライン46b内のガス流量を測定することによって行ってもよい。

#### 【0118】

測定された圧力が所定の範囲内にあれば、続く搬入シーケンスにおいて、APCを開放すると共に、F/Rチャック電圧を搬入時F/Rチャック電圧に設定し、He圧力を搬入時F/R冷却圧力に設定する。He圧力が安定すると、ウエハWをチャンバ10内に搬入し、静電チャック25に載置して吸着すると共に、N<sub>2</sub>ガスのチャンバ10への導入を中断する（N<sub>2</sub>パージOFF）。

#### 【0119】

次いで、プロセスシーケンスでは、APCを閉じて、APC制御圧をドライエッチングに必要なチャンバ10内の圧力であるプロセス圧力まで上昇させ、ドライエッチング開始後、ドライエッチングのレシピにおける各ステップに対応して、He圧力を、例えば、F/R冷却圧力（ステップ1）やF/R冷却圧力（ステップ2）等に変更すると共に、F/Rチャック電圧を、例えば、F/Rチャック電圧（ステップ1）やF/Rチャック電圧（ステップ2）等に変更する。F/R冷却圧力（ステップ1）及びF/Rチャック電圧（ステップ1）等の値は、ステップ毎にサセプタ11への印加高周波電圧や電極板25cへの印加高電圧が変化しても、フォーカスリング30の温度を一定に保つように、予め設定さ

れている。なお、本第3の実施形態に係るプラズマ処理装置では、F/R冷却圧力（ステップn）及びF/Rチャック電圧（ステップn）は、それぞれ24ステップに対応して設定することができる。

#### 【0120】

ドライエッチングの終了後、搬出シーケンスでは、APCを開放し、F/Rチャック電圧を搬出時F/Rチャック電圧に設定すると共に、上述したPCV0点調整シーケンスと同様に、PCV82を閉鎖し、開閉バルブ83、86及び87を開放してPCV82の0点調整を行う（PCV0点調整ON）。その後、N<sub>2</sub>ガスをチャンバ10に導入する（N<sub>2</sub>パージON）と共に、He圧力を搬出時F/R冷却圧力に設定し、ドライエッチングが施されたウエハWをチャンバ10から搬出する。

#### 【0121】

ウエハWが搬出された後、サセプタ除電シーケンスでは、APCを閉じて、APC制御圧をプロセス圧力に設定すると共に、サセプタ11の除電を行い、続く搬入シーケンスでは、APCを開放すると共に、F/Rチャック電圧を搬入時F/Rチャック電圧に設定し、He圧力を搬入時F/R冷却圧力に設定し、N<sub>2</sub>ガスのチャンバ10への導入を中断する（N<sub>2</sub>パージOFF）。そして、次のウエハW（第2のウエハW）をチャンバ10内に搬入し、静電チャック25に載置して吸着する。

#### 【0122】

次いで、上述したプロセスシーケンス及び搬出シーケンスを実行し、ドライエッチングが施された第2のウエハWを搬出した後、上述したサセプタ除電シーケンスを実行する。

#### 【0123】

以上の搬入シーケンス、プロセスシーケンス、搬出シーケンス、及びサセプタ除電シーケンスを1ロットにおけるウエハWの枚数、例えば、25枚に対応して、繰り返し実行する。

#### 【0124】

搬出シーケンスおよび搬入シーケンスにおいて、F/Rチャック電圧及びHe圧力を0とせず、フォーカスリング30の冷却を行うのは、次のウエハWのドライエッチングに備え、フォーカスリング30の熱を完全に除去し、ウエハW毎のドライエッチング条件を均一にするためである。

#### 【0125】

また、各搬入シーケンスでは、必ずPCV82の0点調整が行われる。すなわち、各プロセスシーケンスに対応して、必ずPCV82の0点調整が行われる。これにより、各プロセスシーケンスにおいてHe圧力の制御を正確に行うことができる。

#### 【0126】

当該ロットにおける最後のサセプタ除電シーケンスが実行されると、APCを開放すると共に、F/Rチャック電圧を搬入時F/Rチャック電圧に設定し、He圧力を搬入時F/R冷却圧力に設定し、所定時間経過後、PCV82を閉鎖し、開閉バルブ83、86及び87を開放して、フォーカスリング部ライン46bの真空引きを行う。そして、フォーカスリング部ライン46bからHeガスを排除した後、再び、He圧力を搬入時F/R冷却圧力に設定し、さらに、F/Rチャック電圧を0に設定して、フォーカスリング30の静電チャック25への静電吸着を解除する。

#### 【0127】

なお、図8のシーケンス図におけるF/Rチャック電圧やHe圧力のグラフの高低は、F/Rチャック電圧やHe圧力の値の大小に無関係であり、単に値が変化することを示す。

#### 【0128】

図8のシーケンスによれば、F/Rチャック電圧及びHe圧力の設定値が、搬入シーケンス、プロセスシーケンス及び搬出シーケンスに応じて変更され、特に、プロセスシーケンスの各ステップに応じて変更されるので、フォーカスリング30の冷却を安定して行うことができる。したがって、ウエハWにおけるエッチング特性の局所的な悪化の発生を防

止できる。

【0129】

本第3の実施の形態に係る載置装置によれば、フォーカスリング30は、静電チャック25における外周部25bと接触する接触面において伝熱ガス導入溝44を有し、フォーカスリング30を外周部25bの上面に載置した際、フォーカスリング部ライン46bの開口部と伝熱ガス導入溝44とが対向してフォーカスリング部ライン46bからのHeガスが伝熱ガス導入溝44に充填されるので、静電チャック25及びフォーカスリング30の間に冷却ユニットを必要とせず、また、Heガスを静電チャック25及びフォーカスリング30の間において確実に拡散させることができると共に、フォーカスリング30とHeガスとの接触面積を増加させることができる。したがって、静電チャック25とフォーカスリング30と間の熱伝達性を十分に改善でき、これにより、プラズマ処理装置のコストの上昇を防止すると共に、フォーカスリング30の冷却効率をより飛躍的に改善することができる。また、伝熱ガス導入溝44がフォーカスリング30の剛性を適度に低下させることによってフォーカスリング30を静電チャック25の形状に倣って変形させることができ、これにより、静電チャック25及びフォーカスリング30の密着度を向上することができる。その結果、フォーカスリング30の冷却効率をさらに飛躍的に改善することができる。

【0130】

また、伝熱ガス導入溝44の深さは0.1mm以上であるので、コンダクタンスを大きくすることができ、もってHeガスの迅速な伝熱ガス導入溝44への充填を行うことができ、その結果、フォーカスリング30の冷却効率を著しく改善することができる。

【0131】

さらに、伝熱ガス導入溝44における隅角部はR形状に成形されているので、伝熱ガス導入溝44における亀裂の発生を防止することができ、もって、フォーカスリング30の耐久性を向上することができ、その結果、メンテナンスコストの上昇を防止することができる。

【0132】

また、伝熱ガス導入溝44は、上記接触面においてフォーカスリング30と同心の環状を呈する内側導入溝44aと、同じく接触面において該内側導入溝44aを囲うように配置され且つフォーカスリング30と同心の環状を呈する外側導入溝44bと、内側導入溝44a及び外側導入溝44bを連結する放射状導入溝44cとを有するので、静電チャック25及びフォーカスリング30の間（すなわち、上記接触面）においてHeガスを均等に拡散させることができ、もってフォーカスリング30を均等に冷却することができる。

【0133】

上述した第3の実施の形態に係る載置装置では、伝熱ガス導入溝44が上記接触面において2重の環状を呈しているが、伝熱ガス導入溝44の構造はこれに限られず、フォーカスリング30の大きさ、剛性に応じて適宜変更され、例えば、1重の環状や、3重以上の環状を呈していてもよい。

【0134】

また、伝熱ガス導入溝44は、放射状導入溝44cを有していなくてもよく、この場合、内側導入溝44aに対応したガス供給ライン46の開口部が外周部25bの上面に配置されるのがよい。

【0135】

フォーカスリング部ライン46bの開口部も2箇所に限られず、外周部25bの上面に3箇所以上配置されてもよい。

【0136】

次に、本発明の第4の実施の形態に係る被処理体の載置装置について詳述する。

【0137】

本第4の実施の形態に係る被処理体の載置装置は、その構成、作用が上述した本第3の実施の形態と基本的に同じであるので、重複した構成、作用については説明を省略し、以

下に異なる構成、作用についての説明を行う。

【0138】

図9は、本第4の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【0139】

図9において、本第4の実施の形態に係る載置装置も、サセプタ11と、サセプタ11の上面に配置される静電チャック25と、該静電チャック25の外周部25bの上面に載置されるフォーカスリング30とから成る。

【0140】

ここで、静電チャック25は、外周部25bの上面において伝熱ガス導入溝45を有し、該伝熱ガス導入溝45は、外周部25bの上面において中心部25aと同心の環状を呈する内側導入溝45aと、同じく外周部25bの上面において該内側導入溝45aを囲うように配置され且つ中心部25aと同心の環状を呈する外側導入溝45bと、内側導入溝45a及び外側導入溝45bを連結する放射状導入溝（不図示）とを有し、ガス供給ライン46におけるフォーカスリング部ライン46bは、外側導入溝45bに連結する。これにより、フォーカスリング部ライン46bの開口部から供給されるHeガスは伝熱ガス導入溝45内に充填される。

【0141】

通常、静電チャック25における中心部25aの中心と、フォーカスリング30の中心は一致するため、フォーカスリング30を外周部25bの上面に載置した際、内側導入溝45a及び外側導入溝45bは、フォーカスリング30に対しても同心円状に配置される。

【0142】

また、内側導入溝45a、外側導入溝45b及び放射状導入溝の断面形状も略矩形を呈し、その幅は、例えば、1mmであり、その深さは0.1～1.0mm、さらには、0.5mm以上であるのが好ましく、その隅角部はR形状に成形されている。

【0143】

本第4の実施の形態に係る載置装置によれば、静電チャック25は、外周部25bの上面において伝熱ガス導入溝45を有し、ガス供給ライン46におけるフォーカスリング部ライン46bは、外側導入溝45bに連結してHeガスを伝熱ガス導入溝45に供給するので、静電チャック25及びフォーカスリング30の間に冷却ユニットを必要とせず、フォーカスリング30において伝熱ガス導入溝を形成する必要を無くすことができ、また、Heガスを静電チャック25及びフォーカスリング30の間において確実に拡散させることができる。したがって、静電チャック25とフォーカスリング30と間の熱伝達性を十分に改善でき、これにより、プラズマ処理装置のイニシャルコストを低減することができると共に、フォーカスリング30の冷却効率をより飛躍的に改善することができる。

【0144】

また、伝熱ガス導入溝45は、外周部25bの上面において中心部25aと同心の環状を呈する内側導入溝45aと、同じく接触面において該内側導入溝45aを囲うように配置され且つ中心部25aと同心の環状を呈する外側導入溝45bと、内側導入溝45a及び外側導入溝45bを連結する放射状導入溝とを有するので、フォーカスリング30との接触面である外周部25bの上面においてHeガスを均等に拡散させることができ、もってフォーカスリング30を均等に冷却することができる。

【0145】

上述した第4の実施の形態に係る載置装置では、伝熱ガス導入溝45は、外周部25bの上面において2重の環状を呈しているが、伝熱ガス導入溝45の構造はこれに限られず、フォーカスリング30の大きさに応じて適宜変更され、例えば、1重の環状や、3重以上の環状を呈していてもよい。

【0146】

また、上述した本第3及び第4の実施の形態に係る載置装置では、フォーカスリング30及び静電チャック25のいずれか一方のみが伝熱ガス導入溝を有するが、フォーカスリ

ング30及び静電チャック25の各々が伝熱ガス導入溝を有していてもよく、これにより、フォーカスリング30の冷却効率をさらに向上させることができる。

【0147】

さらに、本第1乃至第4の実施の形態に係る載置装置では、静電チャック25は円板状であり、フォーカスリング30は円環状であるが、静電チャック25及びフォーカスリング30の形状はこれに限られず、例えば、被処理体がLCD等である場合、LCDの形状に対応して静電チャック25は方形の板状体からなり且つフォーカスリング30が方形の枠状体からなっているもよい。

【0148】

なお、上記実施の形態においては、本発明を半導体ウエハのエッチングに適用した場合について説明したが、本発明はかかる場合に限定されるものではなく、例えば、液晶表示装置用のガラス基板等、他の被処理基板のエッチングを行う場合についても同様にして適用することができる。

【0149】

上述したプラズマ処理装置では、1メンテナンスサイクルの間において経時的に消耗されるフォーカスリング30の厚みに応じて、F/R冷却圧力及びF/Rチャック電圧の値を予め設定可能である。また、光センサなどの検知手段によってフォーカスリング30の消耗度合を検知し、該検知された値をF/R冷却圧力及びF/Rチャック電圧の設定値へフィードバックすることにより、フォーカスリング30の消耗度合を次の処理におけるプロセスレシピに反映することも可能である。

【0150】

また、本発明はエッチング装置だけでなく、その他のプラズマ処理装置、例えば、CVD装置、若しくはアッシング装置にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0151】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る被処理体の載置装置が用いられるプラズマ処理装置の概略構成を示す断面図である。

【図2】第1の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図3】第1の実施の形態に係る載置装置の変形例の概略構成を示す断面図である。

【図4】第1の実施の形態に係る載置装置の他の変形例の概略構成を示す断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図7】図6における伝熱ガス導入溝の概略構成を示す図であり、(a)はフォーカスリングを接触面から眺めた図であり、(b)は図7(a)における線III-IIIに沿う断面図である。

【図8】連続ドライエッチング処理におけるHe圧力及びF/Rチャック電圧の変化を示すシーケンス図である。

【図9】本発明の第4の実施の形態に係る載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図10】プラズマ処理装置に用いられる従来の被処理体の載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図11】フォーカスリング及び静電チャックの熱伝達性を改善する従来の被処理体の載置装置の概略構成を示す断面図である。

【図12】従来のエッチング装置の概略構成を示す断面図である。

【符号の説明】

【0152】

W ウエハ

10 チャンバ

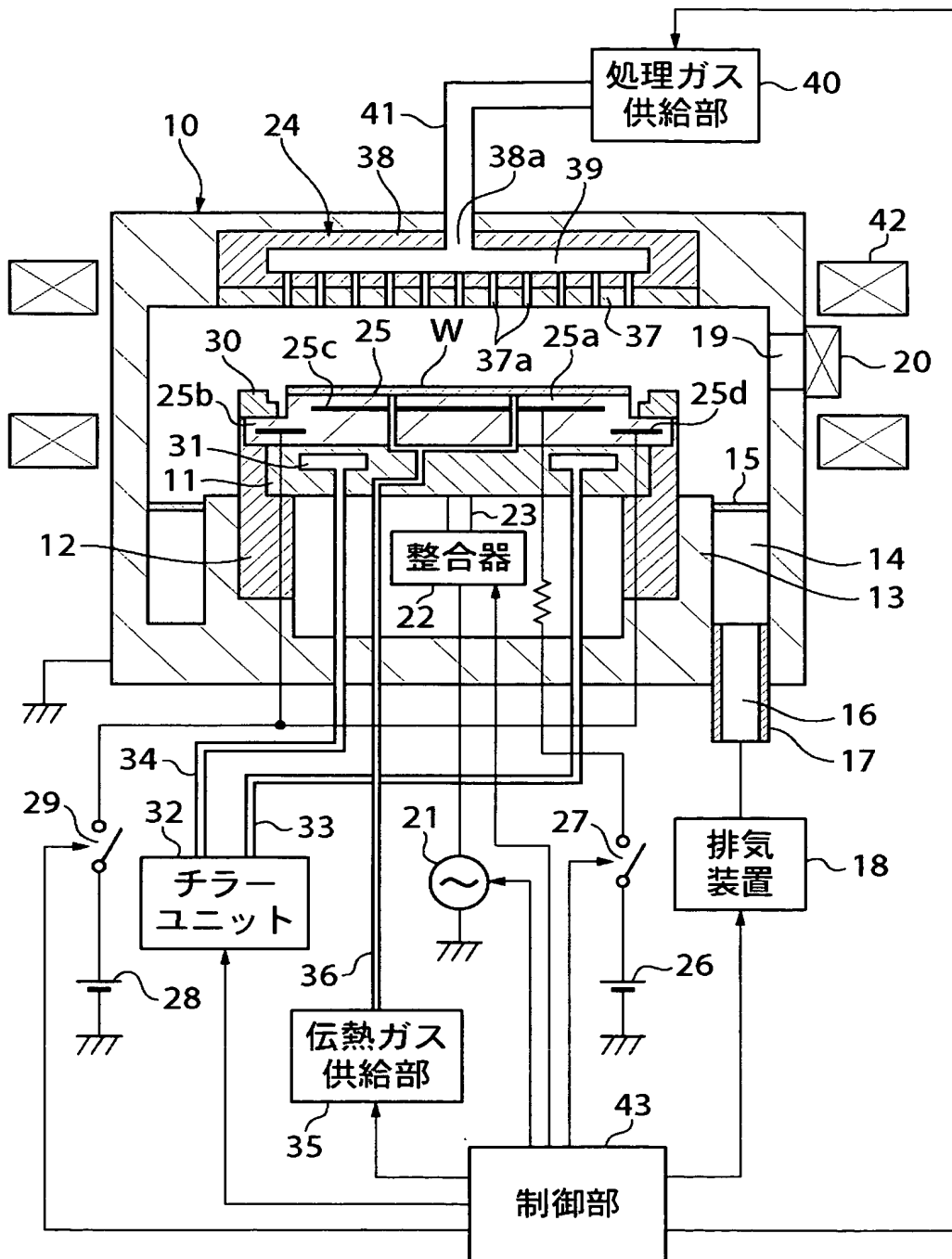
11 サセプタ

25 静電チャック

2 5 a 中心部  
2 5 b 外周部  
2 5 c, 2 5 d 電極板  
2 6, 2 8 直流電源  
3 0 フォーカスリング  
3 0 a, 3 0 c 誘電体部  
3 0 b, 3 0 d 導電体部  
3 0 e 他の誘電体部  
3 6、4 6 ガス供給ライン  
4 6 a ウエハ部ライン  
4 6 b フォーカスリング部ライン  
4 4, 4 5 伝熱ガス導入溝  
4 4 a, 4 5 a 内側導入溝  
4 4 b, 4 5 b 外側導入溝

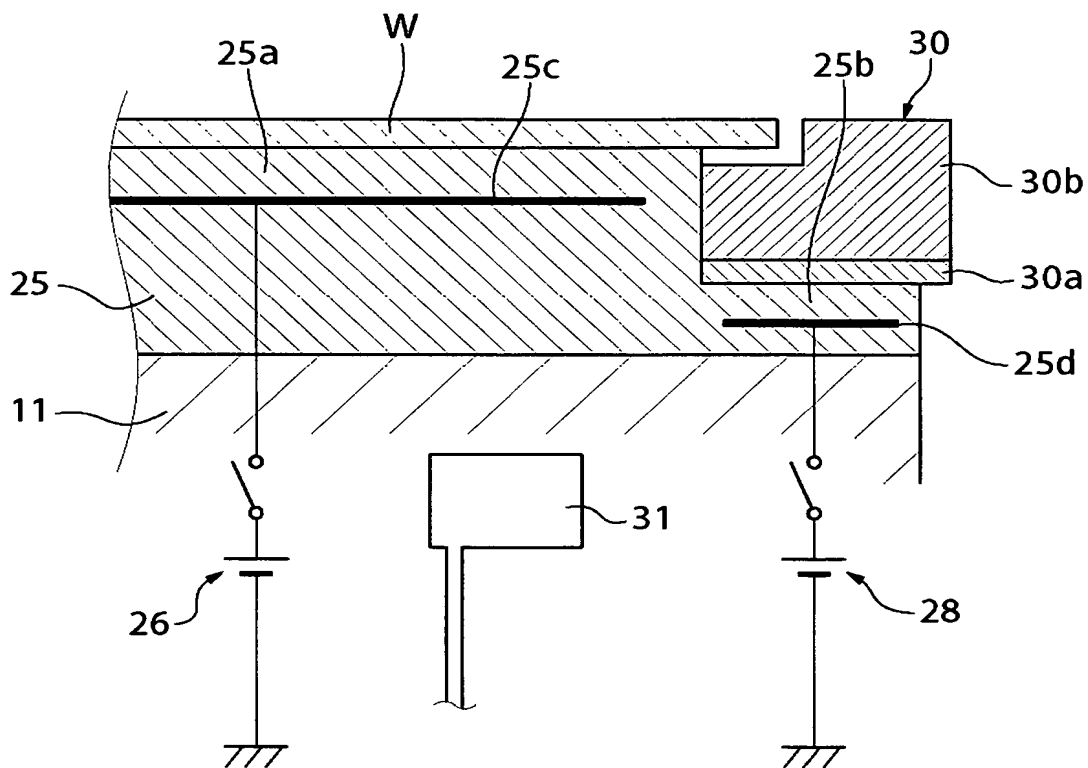
【書類名】 図面

【図 1】

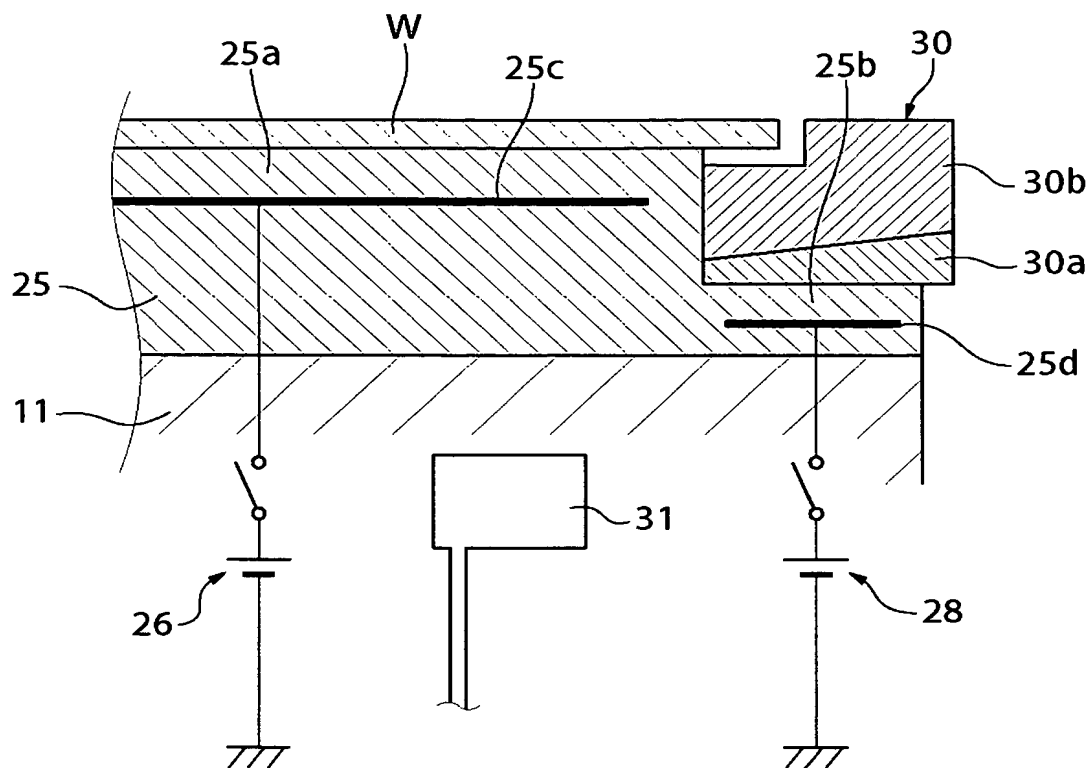




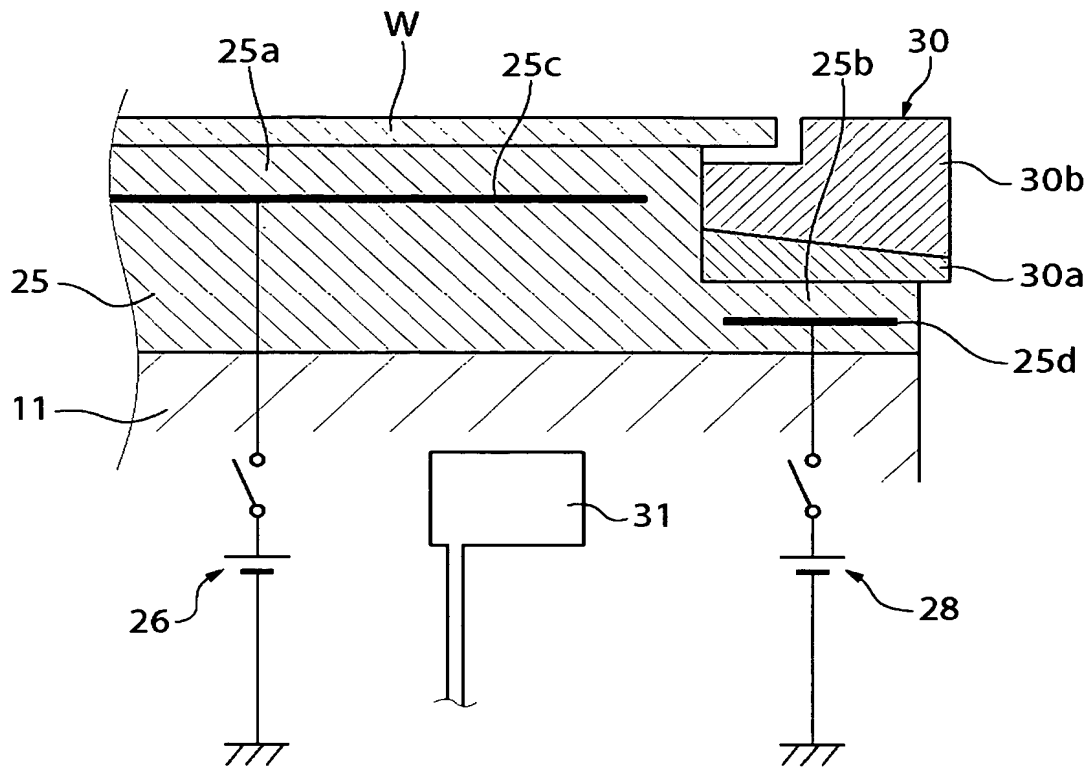
【図 2】



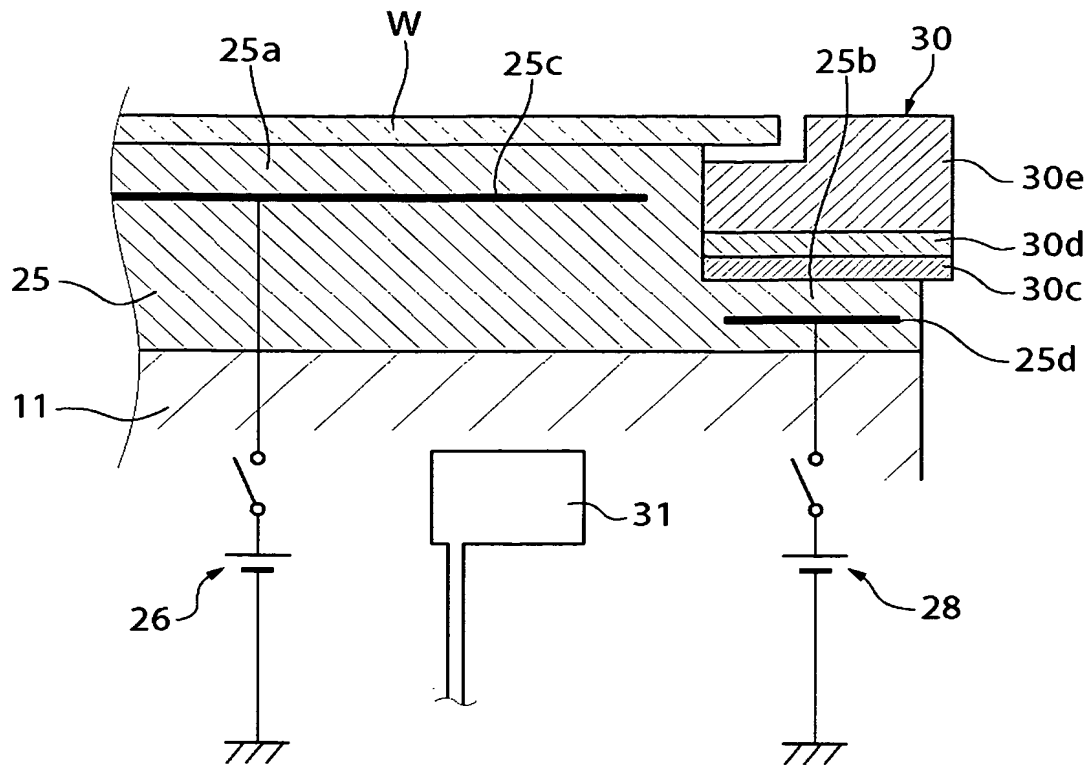
【図 3】



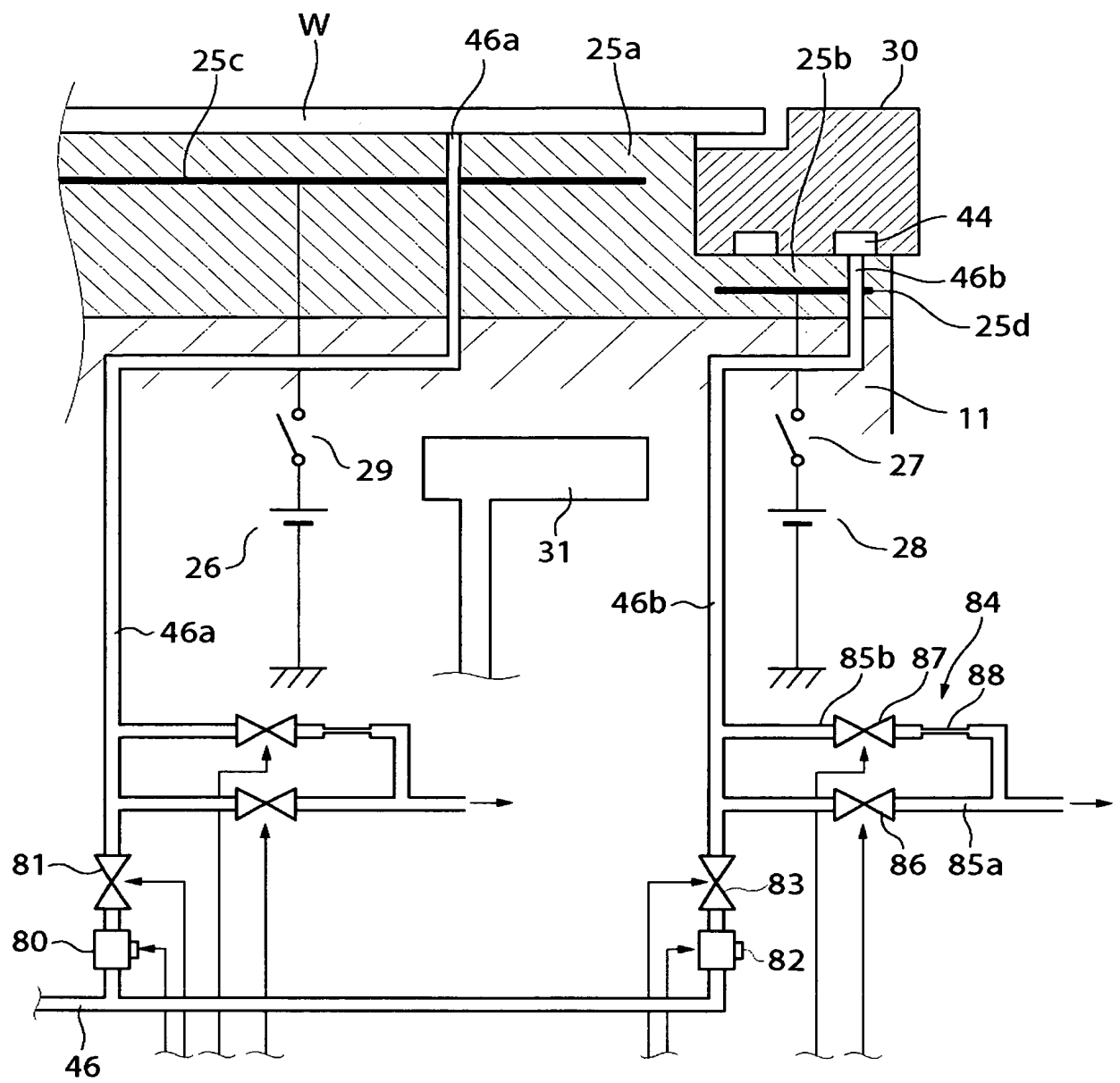
【図 4】



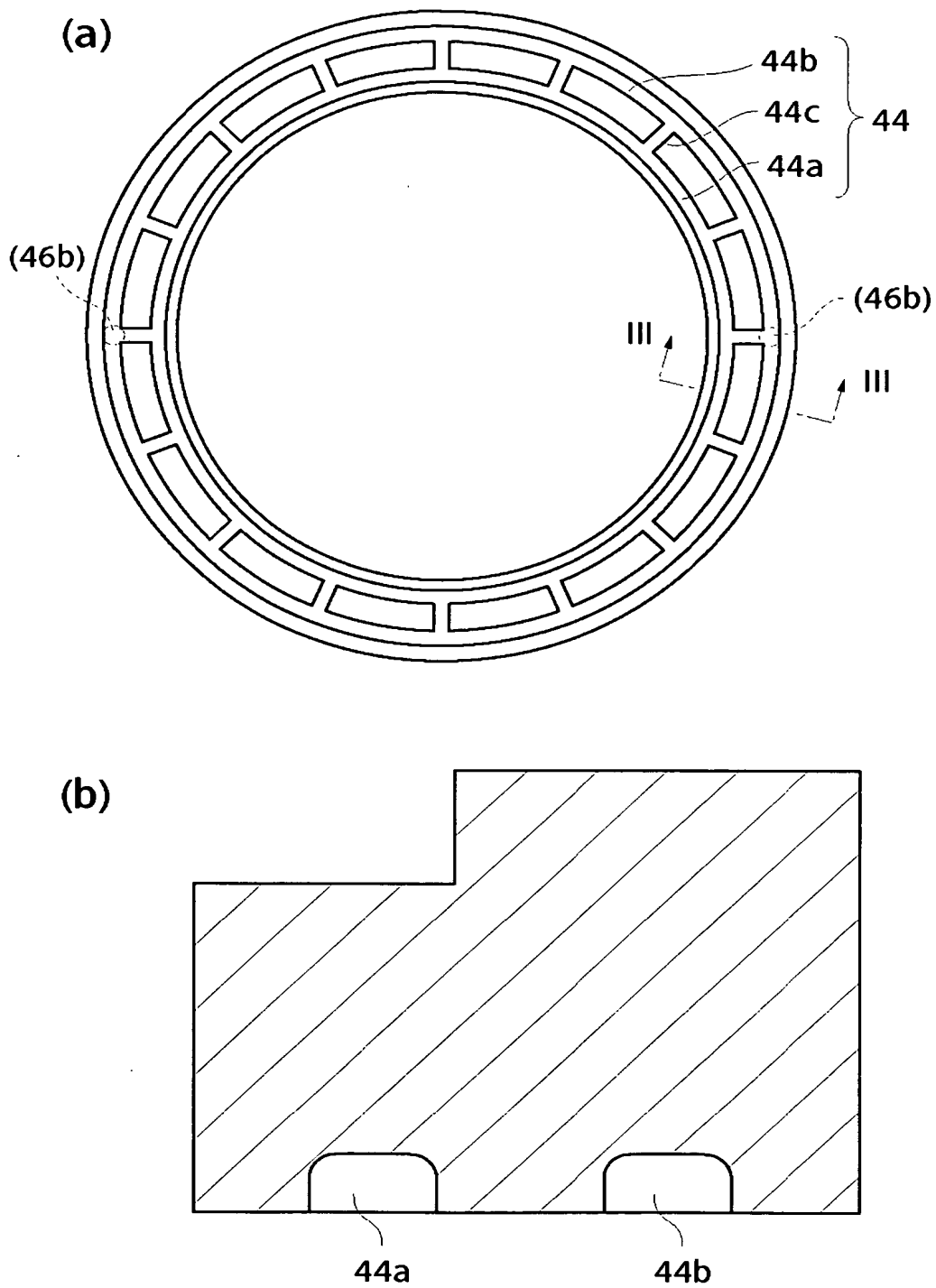
【図 5】



【図 6】

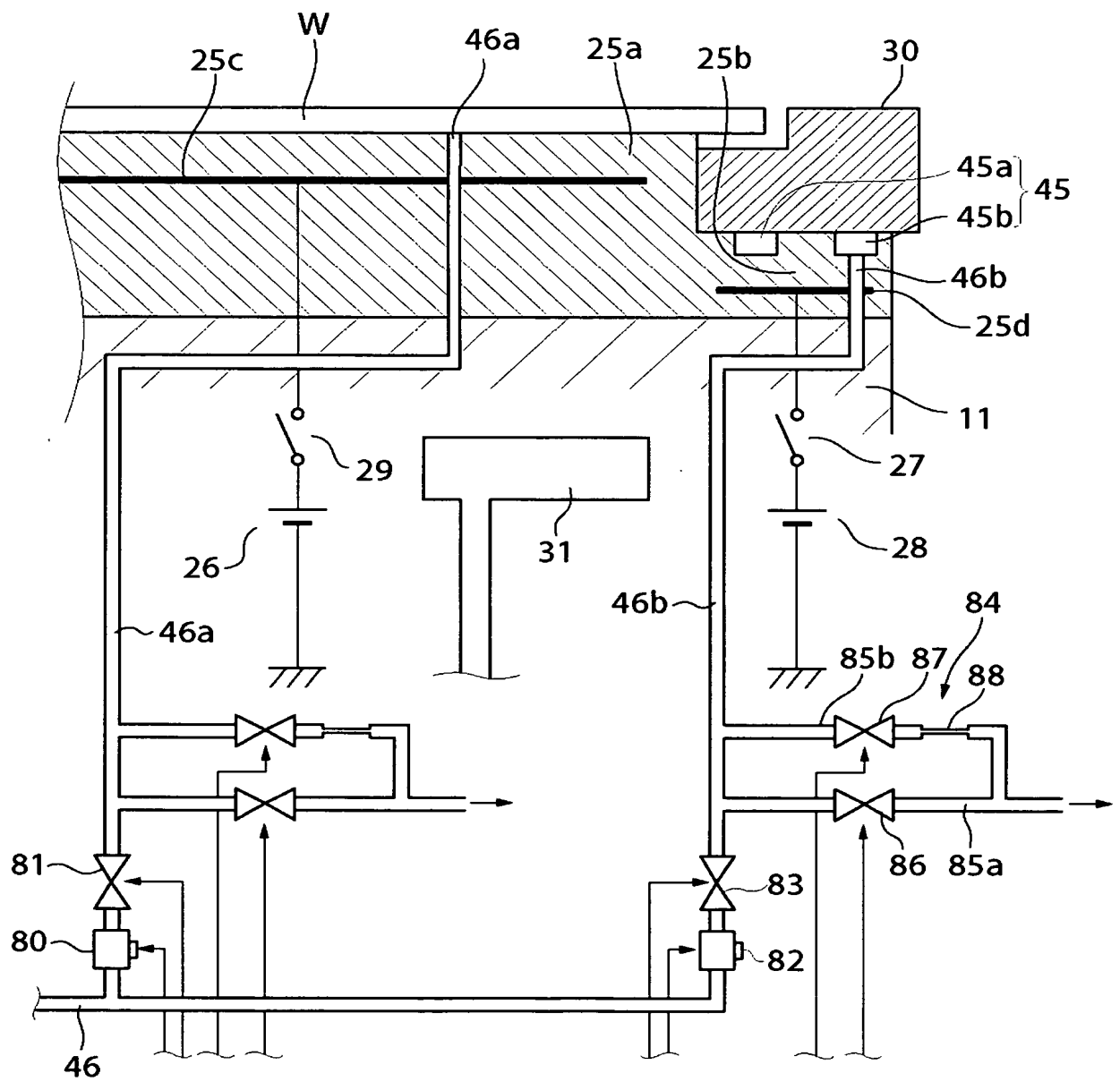


【図 7】



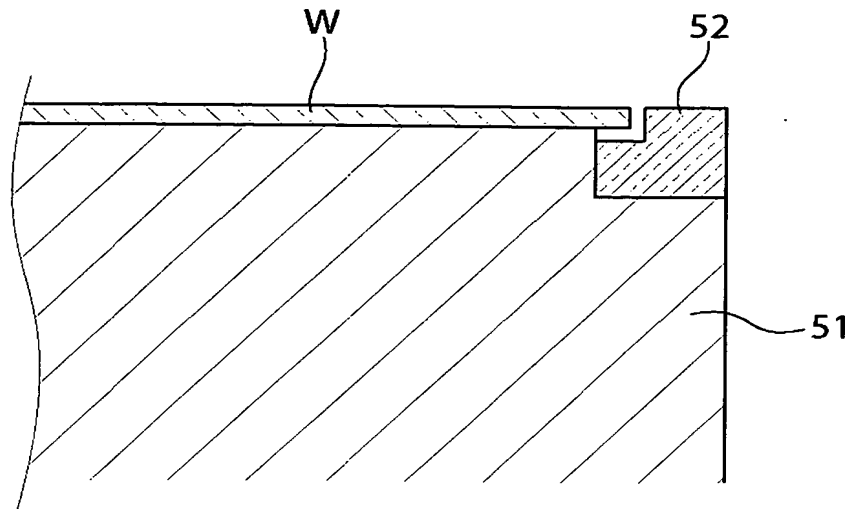


【図 9】

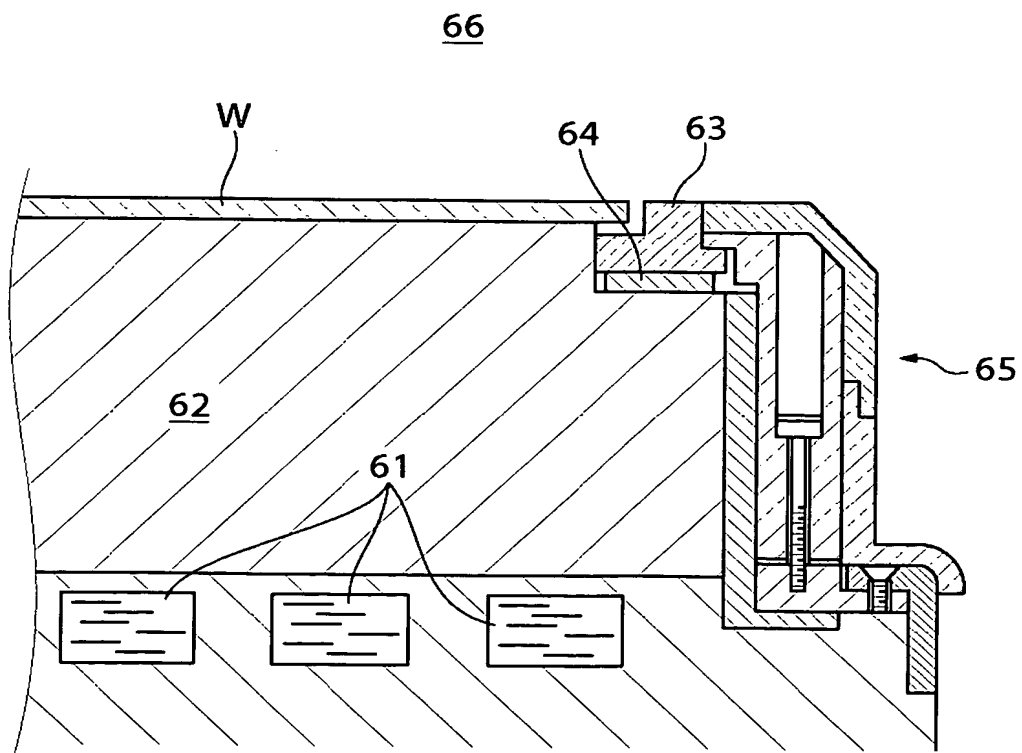




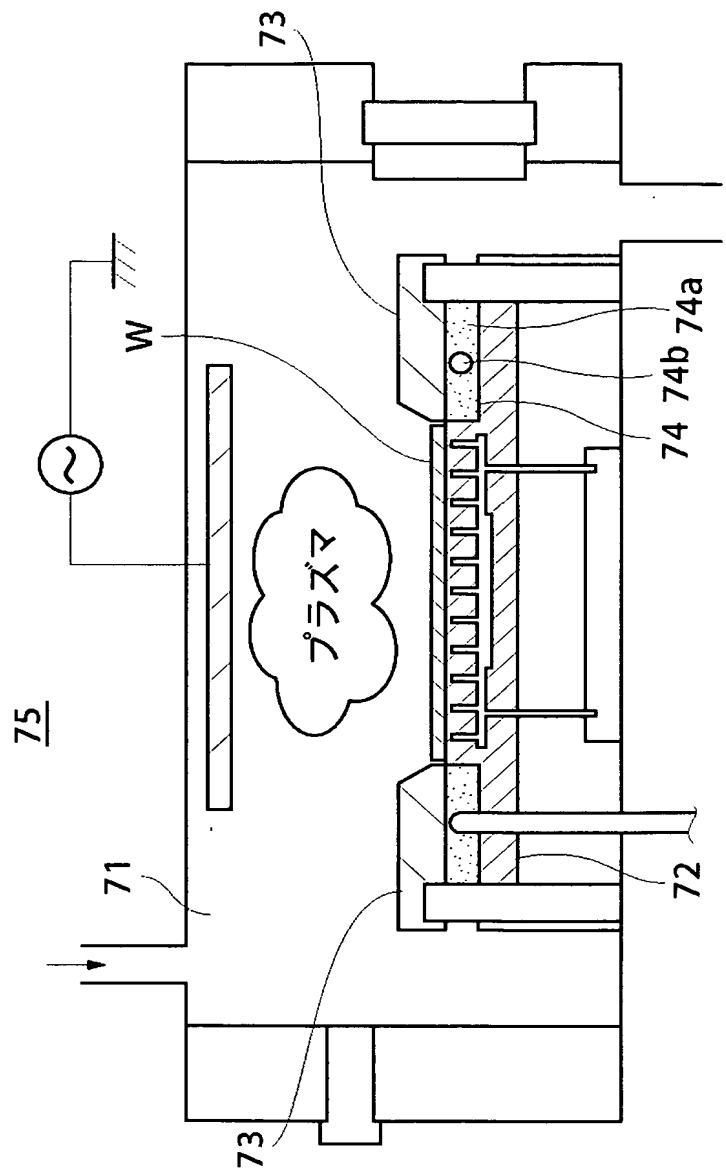
【図 10】



【図 11】



【図 12】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 コストの上昇を防止すると共に、フォーカスリングの冷却効率を飛躍的に改善することができるプラズマ処理装置、フォーカスリング及び被処理体の載置装置を提供する。

【解決手段】 プラズマ処理装置に用いられる被処理体の載置装置は、高周波電力が印加されるサセプタ 11 と、サセプタ 11 の上面に配置される静電チャック 25 と、該静電チャック 25 の外周部 25 b に載置されるフォーカスリング 30 とから成り、静電チャック 25 は、フォーカスリング 30 が載置される外周部 25 b の内部において直流電源 28 と接続される電極板 25 d を有し、フォーカスリング 30 は、外周部 25 b と接触する接触部を形成する二酸化珪素から成る誘電体部 30 a と、該誘電体部 30 a を介して外周部 25 b に対向するシリコンから成る導電体部 30 b とを有する。

【選択図】 図 2

## 認定・付加情報

|         |                  |
|---------|------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2004-115807   |
| 受付番号    | 50400611376      |
| 書類名     | 特許願              |
| 担当官     | 第五担当上席 0094      |
| 作成日     | 平成 16 年 4 月 19 日 |

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

|          |                    |
|----------|--------------------|
| 【識別番号】   | 000219967          |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 |
| 【氏名又は名称】 | 東京エレクトロン株式会社       |

## 【代理人】

|          |                                            |
|----------|--------------------------------------------|
| 申請人      |                                            |
| 【識別番号】   | 100081880                                  |
| 【住所又は居所】 | 東京都港区虎ノ門 1 丁目 17 番 1 号 虎ノ門 5 森ビル 中央国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 渡部 敏彦                                      |

特願 2 0 0 4 - 1 1 5 8 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 1 9 9 6 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号

氏 名

東京エレクトロン株式会社